

Stromeinsparung bei der Milchkühlung

Alfons Föbbeker, Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Milch muss innerhalb von maximal drei Stunden auf eine Lagertemperatur von 4°C abgekühlt werden, um die Milchqualität zu sichern. Dies geschieht normalerweise im Lagertank durch eine Direkt- oder Eiswasserkühlung. Um den Kühlvorgang zu beschleunigen, werden häufig Vorkühler eingesetzt. Diese kühlen die Milch schon vor dem Eintritt in den Tank. Wie sich Vorkühler auf den Stromverbrauch auswirken und welche Maßnahmen sonst noch bei der Milchkühlung Strom sparend sind, ist nachfolgend beschrieben.

Milchvorkühlung

Vorkühler gibt es in verschiedenen Ausführungen als Rohr- oder Plattenkühler. Der Wärmeentzug geschieht, indem im Vorkühler Brunnen- bzw. Stadtwasser entgegen der Flussrichtung an der Milch vorbeigeführt wird. Der Rohrkühler ist eine Rohr-in-Rohr Konstruktion. Im inneren Rohr wird die Milch geführt, während im äußeren Rohr das Wasser fließt. Plattenkühler bestehen aus Plattenpaketen, die aneinandergesetzt werden. Diese haben häufig eine größere Oberfläche und damit mehr Wärmetauschfläche als Rohrkühler. Dafür sind aber die Durchgänge für die Milch und das Wasser beim Plattenkühler deutlich enger. Die mechanische Beanspruchung der Milch und die Gefahr von Verstopfungen sind somit höher.

Beim Plattenkühler ist es sinnvoll, vor dem Milchzulauf ein Filter zu schalten, um Verstopfungen durch Fremdkörper (z.B. Stroh, Schmutz) vorzubeugen. Der Filter sollte auch während der Anlagenreinigung verwendet werden, weil auch dann Schmutzteilchen zur Verstopfung führen können. Bei Fremdkörpern im Wasser ist es zusätzlich sinnvoll vor dem Wasserzulauf ein Schmutzfilter zu schalten. Die Reinigung der Vorkühler erfolgt zusammen mit der Melkanlage. Auf eine ausreichende Leistungskapazität der Reinigungsanlage ist hierbei zu achten.

Bei einer schlechten Qualität des Brunnenwassers (z.B. eisenhaltig) kann sich ein Belag auf der Wärmetauscherfläche bilden und somit die Kühlwirkung verringern. In der Praxis wird deshalb häufig bei eisenhaltigem Brunnenwasser der Ausgang der Wasserseite so gestaltet, dass der Vorkühler immer vollständig mit Wasser gefüllt

bleibt. Das Eisen kann dann nicht oxidieren. Ansonsten ist zu überlegen, anstelle des Brunnenwassers Stadtwasser zu verwenden.

Die Vorkühler werden in der Milchleitung zwischen dem Milchabscheider und dem Milchtank installiert. In der Regel werden sie in der Milchkammer platziert. Der Standort muss frostfrei sein und bei der Anbringung an eine Wand, ist die Tragfähigkeit zu beachten.

Kühlleistung

Die Vorkühlergröße sollte bei Plattenkühlern dem Milchanfall angepasst sein. Die vom Vorkühler abzukühlende Milchmenge ist auf die Leistung der Milchförderpumpe (Liter/h) bei der Milchausschleusung abzustimmen, um eine gute Kühlarbeit zu gewährleisten. Die Größe und damit Leistung des Plattenkühlers kann durch die Plattenanzahl verändert werden. Rohrkühler werden nur in einer Baugröße angeboten. Wenn die Leistung eines Rohrkühlers nicht ausreicht, ist ein zweiter parallel zu installieren. Der Abkühleffekt der Milch durch Vorkühler hängt ab, von der Wassertemperatur und -menge, von der Milcheinlaufemperatur und -menge sowie von der Vorkühlergröße bzw. -anzahl. Wenn die Wassertemperatur ca. 11° und die Milchtemperatur rund 33 ° beträgt, kann bei einem Verhältnis von 1 l Wasser zu 1 l Milch, die Milch auf etwa 17°C abgekühlt werden. Bei höheren Wassermengen je Liter Milch wird zwar die Milch weiter abgekühlt, aber die Kühlwirkung je l Wasser ist geringer. Die Kühlwirkung der Vorkühler ist umso besser, je kälter das Wasser ist. Das erwärmte Wasser sollte zur Viehtränke genutzt werden, indem den Kühen das Wasser unmittelbar nach dem Melken in einem großem Tränkebecken angeboten wird. Eine Zwischenlagerung beispielsweise in einem Pufferbehälter sollte, wenn überhaupt nur von kurzer Dauer sein, um eine Keimvermehrung zu unterbinden.

Die Effektivität des Vorkühlers kann gesteigert werden, wenn eine drehzahlgesteuerte Milchförderpumpe eingesetzt wird. Diese regelt die Fördermenge der Milchpumpe entsprechend des Füllstandes im Milchabscheider. Ziel ist es, möglichst gleichmäßig und ohne Pause die Milch durch den Vorkühler zu schicken, wodurch sich die Milchtemperatur um ca. weitere 2° C senken lässt. Jedoch liegt der Anschaffungspreis für die Steuerung bei etwa 2.800 €, so dass ein Einsatz vielfach erst ab einer Milchmenge von 1.000.000 kg pro Jahr wirtschaftlich interessant wird.

Beim Einsatz eines Vorkühlers in Verbindung mit einer Wärmerückgewinnung aus der Milch ist zu bedenken, dass sich die mit der Wärmerückgewinnung erwärmbare Wassermenge von 0,6 l auf 0,3 l Wasser je Liter Milch reduziert. Dies ist auf vielen Betrieben kein Problem, da häufig die Milchmenge immer noch ausreichend ist, um genügend Warmwasser zu erzeugen. Falls doch die Milchmenge für die zusätzliche Wärmerückgewinnung nicht ausreicht, sollte man auf die Vorkühlung nicht verzichten, auch wenn dann die Kapazität der Wärmerückgewinnungsanlage nicht voll ausgeschöpft werden kann.

Begrenzende Faktoren

Ist die mögliche Wassermenge (Liter/h) des Wasseranschlusses aufgrund eines zu geringen Wasserdruckes oder einem kleinen Leitungsquerschnitt begrenzt, verliert der Vorkühler an Effektivität. Ebenso vermindern verstopfte Wasserdurchgänge oder zu kleine Vorkühler (geringe Oberfläche) den Abkühleffekt. Um zu überprüfen, ob der Vorkühler noch richtig arbeitet, ist es sinnvoll in regelmäßigen Abständen die Milcheinlauftemperatur in den Milchtank zu messen. Sie sollte in etwa der Wassertemperatur vorm Vorkühler plus 4 bis 6°C entsprechen. Mangelhaft arbeitende Vorkühler verringern den Nutzen zum Teil erheblich. Zudem besteht die Gefahr, dass bei Milchtanks bei denen die erforderliche die Kältemaschinengröße unter Berücksichtigung eines funktionierenden Vorkühlers berechnet wurde, die Kühlleistung an sehr warmen Sommertagen nicht ausreicht. Dies hat zur Folge, dass die Milch nicht zügig genug auf Lagertemperatur abgekühlt wird und die Kältemaschine sehr lange läuft.

Anschaffungspreise und Kosten

Welche Kosten und welchen Nutzen ein Plattenkühler bei unterschiedlichen Milchmengen verursacht, ist in der Tabelle dargestellt. Der Anschaffungspreis für den Plattenkühler mit einer Leistung von 3.600 l/Std. liegt incl. Zubehörteile für die Milch- und Wasserseite sowie dem Magnetventil für die Steuerung der Wasserzufuhr bei etwa 3.000 €. Die jährlichen Kosten in Höhe von 500 € setzen sich zusammen aus Abschreibung, Zinsen und Wartung. Kosten für das benötigte Wasser entstehen in der Regel nicht, da das erwärmte Wasser zu Tränkezwecken verwendet wird.

Kosten und Nutzen vom Plattenkühler bei unterschiedlichen Milchmengen

Milchmenge pro Jahr	500.000 kg	750.000 kg	1.000.000 kg
Leistung Plattenkühler	3.600 l/Std.		
Anschaffungspreis incl. Zubehör	3.000 €		
Kosten pro Jahr	500 €		
Stromkostensparnis pro Jahr	1.250 €	1.875 €	2.500 €

Den anfallenden Kosten steht ein großer Nutzen gegenüber. Zur Milchkühlung im Lagertank von etwa 33 °C auf 4 °C werden bei einer Direktkühlung ca. 2,0 kWh pro 100 Liter Milch benötigt. Durch den Einsatz eines Vorkühlers wird der erforderliche Wärmeentzug bis zur Erreichung der Lagertemperatur in etwa halbiert. Der Strombedarf pro 100 Liter Milch sinkt somit von 2,0 kWh auf 1,0 kWh. Ein Betrieb mit 500.000 kg Milch pro Jahr spart durch den Einsatz des Vorkühlers ca. 5.000 kWh/Jahr. Bei einem Strompreis von 0,25 €/kWh beträgt die Energiekosteneinsparung auf diesem Betrieb 1.250 € pro Jahr. Mit zunehmender Milchmenge nimmt der finanzielle Nutzen weiter zu. Die Vorkühlung ist somit bereits aufgrund der Einsparung von Stromkosten für viele Betriebe wirtschaftlich.

Neben diesem finanziellen Vorteil bietet die Vorkühlung weitere Vorzüge. Die schnellere Abkühlung der Milch bremst die Keimvermehrung, was sich positiv auf die Milchqualität auswirkt und ab dem zweiten Gemelk ist die Nacherwärmung der bereits gekühlten Milch im Lagertank geringer, wenn bereits vorgekühlte Milch dazu kommt. Auch kann bei der Neuanschaffung eines Kühltanks das Kälteaggregat kleiner gewählt werden.

Milchkühlung im Lagertank

Um die Milch im Lagertank zu kühlen, gibt es zwei bewährte Möglichkeiten. Zum einen die Eiswasserkühlung und zum andern die Direktkühlung. Der Stromverbrauch liegt bei der Eiswasserkühlung aufgrund des geringeren Wirkungsgrades etwas höher als bei der Direktkühlung. Dieser Nachteil kann dadurch aufgehoben werden, dass der Aufbau des zur Kühlung erforderlichen Eisvorrates zur Hälfte mit kostengünstigerem Nachtstrom erfolgt und durch den geringeren Anschlusswert der Eiswasserkühlung keine bzw. geringere Bereitstellungskosten entstehen.

Des Weiteren sollten folgende Punkte bei der Milchkühlung beachtet werden:

- Die Milchtankgröße ist nach den betrieblichen Bedingungen auszuwählen. Bei 2-tägiger Milchabholung und ganzjähriger Abkalbung sind für das Milchtankvolumen etwa 60 bis 70 Liter pro Kuh ausreichend.
- Das Kälteaggregat ist an einen kühlen Ort mit einer guten Luftzirkulation aufzustellen. Auch die Sauberkeit des Kälteaggregats sollte regelmäßig überprüft werden. Staub und Spinnenweben reduzieren den Wirkungsgrad.
- Auf eine ausreichende Kältemittelmenge im Kühlkreislauf ist zu achten und durch regelmäßige Wartungen ist die Leistungsfähigkeit der Geräte zu erhalten.
- Die Wassertemperatur der Wärmerückgewinnung auf max. 50 C° begrenzen. Höhere Temperaturen verursachen einen höheren Stromverbrauch der Kältemaschine.

Fazit

Der Einsatz eines Vorkühlers, mit dem die Milch bereits vor dem Eintritt in den Milchtank Wärme entzogen wird, bringt die größten Einsparungen beim Stromverbrauch. Durch die Vorkühlung der Milch wird die Milcheinlauftemperatur in den Milchtank auf die Hälfte reduziert. Dies entspricht einem Einsparpotential bei der Kühlung von 1 kWh pro 100 Liter Milch. Unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen, sind Vorkühler in der Regel sehr lohnenswert. Milchkühltanks mit einer Direktkühlung haben einen geringeren Stromverbrauch als solche mit einer Eiswasserkühlung. Unabhängig vom Kühlsystem sind beispielsweise eine gute Luftzirkulation am Kälteaggregat und eine regelmäßige Wartung wichtig, um bei der Milchkühlung Strom zu sparen.